

Aus der Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Freien Universität Berlin

Direktor: Professor Dr.med., Dr.med.dent. Ewald Harndt

ELEKTRONENMIKROSKOPISCHE UNTERSUCHUNGEN
DER EINDRINGTIEFE VON MIKROORGANISMEN IN
DIE DENTINKANÄLCHEN VOM WURZELKANAL AUS
NACH GANGRÄNÖSEM ZERFALL DER ZAHNPULPA

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Volker Neumann

aus Karlsruhe

1968

Aus der Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und Kiefer-
krankheiten der Freien Universität Berlin

Direktor: Professor Dr.med. Dr.med.dent. Ewald H a r n d t

Elektronenmikroskopische Untersuchungen
der Eindringtiefe von Mikroorganismen in
die Dentinkanälchen vom Wurzelkanal aus
nach gangränösem Zerfall der Zahnpulpa.

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Volker Neumann

aus Karlsruhe

Dekan: Professor Dr.med. Hans Wolfgang S p i e r

Referent: Professor Dr.med. Dr.med.dent. Ewald
H a r n d t

Korreferent: Priv.Doz.DR.med.dent. Siegfried W a n d e l t



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin

Promoviert am : 10.7.68

Meinen Eltern



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Einleitung	5
II. Literaturübersicht	7
III. Material und Methode	12
IV. Ergebnisse	16
V. Diskussion	31
VI. Zusammenfassung	37
VII. Literaturverzeichnis	38

I. Einleitung

Die Frage nach der Tiefe der Infektion der Dentinkanälchen von Zähnen mit gangränös zerfallener Pulpa ist für die konservierende Zahnheilkunde von großer Bedeutung; bildet doch das zerfallene Gewebe einen idealen Nährboden zur Entwicklung und Ausbreitung einer beträchtlichen Bakterienflora. Durch die anatomischen Verhältnisse bedingt, ist dabei mit einem Eindringen der Mikroorganismen in die Kanälchen der Dentinwand, in die Seitenverzweigungen und Ramifikationen der Zahnwurzel zu rechnen. Diese Möglichkeiten sind für viele Autoren ein Grund, eine Wurzelbehandlung abzulehnen. Der gesamte Fragenkomplex einer erfolgreichen Durchführung einer Wurzelbehandlung oder Wurzelspitzenresektion, der Reinfektion durch möglicherweise noch vorhandene Mikroorganismen und schließlich der Indikation zur Behandlung gangränöser Zähne im Rahmen des fokaltoxischen Geschehens steht in engem Zusammenhang mit der Klärung des Problems der Tiefe der Dentininfection. Dabei stehen sich in der Literatur zwei Auffassungen gegenüber:

Auf der einen Seite wurde z. B. von SELTER (25), HEISS (13) und KRANZ (16) festgestellt, daß die Mikroorganismen in die vom Kanallumen senkrecht zur Peripherie laufenden Dentinkanälchen bis zur Dentin-Zementgrenze eindringen und damit der mechanischen Aufbereitung entgehen.

Andererseits aber herrscht die Meinung vor, daß die Mikroorganismen, in Abhängigkeit von der Reaktionslage der Pulpa und der Schnelligkeit ihres Zerfalls, nur wenig in die Dentinkanälchen eindringen (HARNDT (9), WANNENMACHER (27)).

Es ist einleuchtend, daß der Erfolg bei nur geringer Dentininfection schon mit einer exakten Wurzelbehandlung zu erreichen wäre, während bei tiefem Eindringen

der Mikroorganismen in die Dentinkanälchen die Gefahr der Reinfektion nach einer Wurzelspitzenresektion durch bakterielle Streuung aus der Resektionsfläche mit geeigneten Maßnahmen ausgeschlossen werden müßte, wie es ADLOFF (1) forderte. Dabei erhebt sich die Frage, ob die Mikroorganismen durch eine wandständige Wurzelfüllung fixiert sind, oder sich im Dentin via Zement weiter ausbreiten.

HARNDT (9) fordert daher im Zusammenhang mit der Frage der Behandlung gangränöser Wurzelkanäle, daß es notwendig sei, sich ein genaues Bild von den tatsächlichen Verhältnissen zu schaffen, um zu entscheiden, ob ein therapeutischer Versuch bei der Pulpengangrän überhaupt Berechtigung hat.

So ist also die Frage nach der Eindringtiefe der Mikroorganismen in die Dentinkanälchen von grundlegender Bedeutung. Verschiedene Autoren haben in experimentellen Untersuchungen versucht, die Tiefe der Dentininfektion festzustellen. Dies wurde entweder histologisch oder bakteriologisch in Kulturverfahren durchgeführt. Da bei diesen Methoden Fehlerquellen nicht auszuschließen sind, soll im Folgenden mit Hilfe des Elektronenmikroskops versucht werden, die Eindringtiefe der Mikroorganismen topographisch festzustellen, wobei die Möglichkeit besteht, die Mikroorganismen an Ort und Stelle zu fixieren und einzeln darzustellen. Hierbei soll nur die Tiefe der Dentalinfektion untersucht werden, ohne irgendwelche anatomischen Besonderheiten, wie Seitenkanäle etc. zu berücksichtigen.

II. Literaturübersicht

Über die Eindringtiefe der Mikroorganismen in die Dentinkanälchen treffen in der Literatur verschiedene Meinungen aufeinander. Sie beruhen einerseits auf klinischen Erfahrungen oder Vermutungen, andererseits aber auch auf histologischen und bakteriologischen Untersuchungen.

Auf der einen Seite vertreten z.B. SELTER (25), HEISS (13,14), KRANZ (16,17), REBEL (22) die Auffassung einer tiefen bakteriellen Invasion der Dentinkanälchen, während auf der anderen Seite z. B. HARNDT (8,9,10,11), WASSMUND (29,30), WANNENMACHER (27,28), BETHMANN (2) und HAUENSTEIN (12) nur eine geringe Dentininfection für möglich halten.

Während HEISS (13) nach experimentellen Untersuchungen zu dem Schluß kommt, "daß sowohl Bakterien als auch Toxine in der Lage sind, den Dentin- bzw. Dentin-Zementmantel des Zahnes direkt zu passieren" und kurz darauf feststellt, "daß jedoch der gesunde Zementmantel anscheinend der bakteriellen Invasion, wenigstens mit visiblen Erregern, erfolgreich Widerstand leistet", berichtet WANNENMACHER (27) von seinen klinischen Untersuchungen, "daß die Mikroorganismen nur eine sehr kurze Strecke in das Wurzelkanalentin eindringen. Beim Erweitern werden diese Schichten in der Regel entfernt und Bakterienreste durch unsere Desinfizienten zerstört"

Ebenso wie HEISS (13) behauptet auch KRANZ (16) auf Grund klinischer Vermutungen, daß nach einer Wurzelspitzenresektion die freigelegten Dentinkanälchen der Resektionsfläche als Streuer von Mikroorganismen in Frage kommen.

Auf dieses Problem eingehend, kritisiert ADLOFF (1) die Versuche von HEISS (13) als zu primitiv, um eine

Toxinwanderung durch Dentin und Zement festzustellen. Nach seiner Ansicht entfällt eine bakterielle Streuung, wie sie HEISS (13) beschreibt, wenn eine retrograde Amalgamfüllung den Kanal verschließt und das Dentin mit der Silberreduktionsmethode abgeriegelt wird.

Auch REBEL (22) behauptet, "daß das ganze Kanalsystem mit allerdings sehr schmalen Zonen der angrenzenden Zahnbein- und Zementschichten durchseucht ist" .

HARNDT (9) zeigt dagegen nach histo-bakteriologischen Untersuchungen an Hand von Mikrophotographien, daß die Dentininfection nur gering und auch von der Ablagerung sekundären Dentins abhängig sei. Ebenso weist er auf die Abhängigkeit der Eindringtiefe der Mikroorganismen von der Weite der Dentinkanälchen hin, und daß damit eine Abhängigkeit vom Alter des Patienten bestünde; denn der Durchmesser betrage, wie es auch OSCHINSKY (21) angibt, bei Jugendlichen ca. 3,2 μ , mit 50 Jahren ca. 1,6 μ und mit 70 Jahren ca. 1,2 μ . Weiterhin stellt HARNDT (9) fest, "daß die Bakterien nur in eine verhältnismäßig geringe Tiefe vordringen, wenn nicht vorher eine Entkalkung der Kanalwand eingetreten ist". In keinem Fall aber konnte eine Tiefenwanderung beobachtet werden, die mehr als ein Achtel des Dentinkörpers ausmachte. Auch kann "in seltenen Fällen, wenn in offene Wurzelkanäle über längere Zeit Speisereste eingelagert waren, eine Wurzelkanalkaries entstehen. Die in das Dentin eingedrungenen Erreger dürfen jedoch nicht mit Gangränenerregern verwechselt werden".

Zur Frage der Entkalkung der Grundsubstanz nehmen auch MELKOVA et al. (19) von elektronenmikroskopischen Untersuchungen des infizierten Wurzelkanals ausgehend Stellung. Mit Hilfe der Abdruckmethode glauben sie feststellen zu können, "daß es bei der Gangrän durch die Einwirkung der Mikroorganismen zur Dekalzifikation des Zahnbeins kommt".

Was die Anzahl der Mikroorganismen betrifft, unterscheidet HARNDT (9) eine Gangränä partialis oder Pulpitis ulcerosa mit übergeschichtetem gangränösen Kanalinhalt, bei der noch eine gewisse apikale Restvitalität besteht und daher nur im koronalen Wurzelanteil Mikroorganismen zu finden sind. Dem stellt er die tote Pulpengangrän gegenüber; dabei finden sich im oralen Wurzelanteil abwechslungsreiche Mischkulturen, die zum Foramen apicale hin einförmiger und weniger zahlreich werden.

Interessant dürfte in diesem Zusammenhang eine In-Vitro-Untersuchung von SCHACH (23) sein, bei der er feststellt, daß es bei geschlossener Gangrän nach einiger Zeit zu einer Keimverminderung, wenn nicht sogar Keimfreiheit im Wurzelkanal kommen kann. Er führte seine Versuche unter wirklichkeitsnahen Bedingungen an Kälberzähnen durch und erklärt seine Feststellung damit, daß die Mikroorganismen infolge Massenvermehrung in ihren eigenen Stoffwechselprodukten absterben. Eine andere Möglichkeit sieht er in der Aktivität von Bakteriophagen, gegen die die Bakterien nun durch die veränderte Reaktionslage des Pulpengewebes nicht mehr immun sind. Er bringt damit den neuen Begriff der "sekundär steril gewordenen Gangrän" in die Diskussion.

Auch MILLER (zit. n. HARNDT (9)) erklärt, "daß die Bakterien im Detritus der zerfallenen, fauligen Pulpen mit der Zeit an Virulenz abnehmen, daß sich nicht mehr große Mengen von lebenden Bakterien in dieser gangränösen, grauschwärzlichen, stinkenden Masse vorfinden, daß zuweilen die Kulturen ganz negativ ausfallen".

WASSMUND (29) vertrat in einer kritischen Betrachtung über klinische Untersuchungen KOSTECKAS (zit. n.

WASSMUND (29) über den Erfolg an wurzelresezierten Zähnen die Auffassung einer geringen Eindringtiefe der Mikroorganismen. Er bezweifelt die summarische Feststellung von HEISS (13) und KRANZ (16), daß, wenn schon nicht die Bakterien selbst, so doch -"selbst bei sorgfältigst durchgeführtem Wurzelabschluß mit Amalgam, Toxine den Dentin- und Zementmantel passieren". Das würde nach WASSMUND (29) bedeuten, daß die Mikroorganismen bis in die Zementnahe Dentinschicht gelangen müßten, um Toxine abgeben zu können, was er aber auf Grund seiner klinischen Erfahrung verneint.

Ebensowenig konnte MATHIS (18) nach eingehenden Tierversuchen eine Toxindurchlässigkeit des Dentins feststellen.

Auch WANNEMACHER (27) vertritt die Auffassung, daß die Mikroorganismen nur wenig eindringen. Nach seiner Ansicht spricht das normale Verhalten des lateralen Paradentiums auch dafür, daß sich die Infektion nicht restlos durch das Dentin und Zement ausbreitet, sondern in ihrem Vordringen an die Wurzelkanäle gebunden ist, die er auch als die "in der Regel eigentlichen und primären Herde ansieht".

HAUENSTEIN (12) berichtet über histologische Untersuchungen in Verbindung mit dem Thema Wurzelspitzenresektion: "Nach den histologischen Untersuchungen zeigten sich meist nur in den dem Kanallumen am benachbartesten liegenden Teil der Dentinkanälchen Bakterien, die eigentlich durch die Kanalerweiterung in ihren Schlupfwinkeln erreicht werden müßten".

SELTHER (25) findet als Ergebnis seiner experimentellen Untersuchungen an gangränösen Zähnen eine Dentininfektion bis nahe der Dentin-Zementgrenze. Er bohrte dabei vom Wurzelkanal zur Peripherie hin das Dentin

in 3 Zonen aus und legte von dem Bohrstaub Kulturen an.

Demgegenüber stellt BETHMANN (2) in einer Versuchsreihe fest, daß bei 65% der untersuchten Zähne das Dentin sich als steril bis zum Wurzelkanal hin darstellt, während in 35% der Fälle auch weiter peripher gelegene Schiffe des Dentins infiziert waren. Er ging dabei so vor, daß er, im Gegensatz zu SELTER (25), extrahierte gangränöse Zähne unter möglichst sterilen Versuchsbedingungen in konzentrischen Schichten von der Peripherie zum Wurzelkanal mit Karborundsteinen abschliff. Der aufgefangene Schleifstaub wurde bebrütet und die entstandenen Kulturen ausgewertet. Allerdings glaubt BETHMANN (2) nicht an eine Infektion der Dentinkanälchen, sondern daß die Erreger aus angeschliffenen Seitenkanälen in das Untersuchungsmaterial gelangt seien.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß nach den bisherigen Ergebnissen das Problem der Dentininfection bei gangränösen Zähnen keineswegs gelöst ist und noch viele Fragen offen sind; vor allem was die topographische Darstellung der Mikroorganismen in den Dentinkanälchen betrifft. Dies festzustellen soll daher der Grund für die vorliegende Arbeit sein.

III. Material und Methode

Aufgabe der vorliegenden Arbeit war es, mit Hilfe elektronenmikroskopischer Untersuchungen festzustellen, wie weit Mikroorganismen vom Wurzelkanal aus bei gangränös zerfallender Pulpa in die Dentinkanälchen eindringen.

Die Versuchsanordnung wurde deshalb so geplant, daß, vom Wurzelkanal zur Peripherie vordringend, Ultra-dünnschnitte angefertigt wurden, um die Dentinkanälchen auf ihren eventuell bakteriellen Inhalt untersuchen zu können.

Zur Untersuchung gelangten pulpentote Zähne mit offener Gangrän, die aus prothetischen Gründen extrahiert werden mußten. Diese Zähne wurden sofort nach der Extraktion mittels Nylonscheibe unter Wasserspray entlang dem Wurzelkanal der Länge nach durchtrennt und direkt anschließend in Anlehnung an die Methode von KELLENBERGER/RYTEY (1958) fixiert, die sich insbesondere für Bakterienfixation bei elektronenmikroskopischen Untersuchungen bewährt hat. Es handelt sich dabei um eine OsO_4 - Fixation mit Trypton-Medium und eine Nachkontrastierung mit Uranyl-acetat.

Zur Standardfixation nach KELLENBERGER/RYTEY (15) wurden folgende 5 Stammlösungen angefertigt:

1. Veronalacetat-Puffer nach Michaelis:

Natriumacetat (hydr.)	1,94 g
Na-Veronal	2,94 g
NaCl	3,40 g auf 100 cm ³ Wasser
2. Fixationsflüssigkeit: 0,1 g OsO_4 in 10 ml Puffer lösen
3. Trypton-Medium:

Auflösen von 1 g Bacto-Trypton (Difco)
und 0,5 g NaCl in 100 ml Aqua dest.

4. Puffer nach KELLENBERGER:

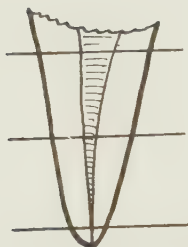
Veronalacetat-Puffer	5,0 ml
0,1n HCl	7,0 ml
m-CaCl ₂ - Lösung	0,25 ml
Aqua dest.	13,0 ml
mit HCl auf pH 6 einstellen.	

5. Uranyl-Waschflüssigkeit

Die Fixierung wurde in Anlehnung an KELLENBERGER/
RYTER (15) im Einzelnen folgendermaßen durchgeführt:

1. Die Präparatstücke wurden in 5 ml Kellenberger Fixativ (Stammlösung Nr. 2) und 0,5 ml Trypton-Medium (Stammlsg. Nr. 3) ca. 16 Stunden bei Zimmertemperatur gelegt.
2. Danach wurde die Flüssigkeit abgossen und 2 mal mit 8 ml Kellenberger Puffer (Stammlsg. Nr. 4) gespült.
3. Anschließend wurden die Präparate 2 Stunden bei Zimmertemperatur mit Uranylwaschflüssigkeit (Stammlsg. Nr. 5) behandelt. Mehrmaliges Wechseln der Lösung.
4. Auswaschen mit Pufferlösung (Stammlsg. Nr. 1).

Nach der Fixierung und Entwässerung in aufsteigender Alkoholreihe wurden die Präparate in ein Gemisch von n-Butyl und Methyl-Methacrylat (Verhältnis 8:1) eingebettet. Die fertigen Blöcke wurden dann nach 48-stündigem Polymerisieren bei 60⁰ C mit einer Diamantscheibe in ca. 0,8 mm dicke Scheiben zerlegt, von denen eine kronenwärts gelegene, eine aus mittlerer Wurzelhöhe und eine apexnahe zur weiteren Untersuchung verwendet wurden (s. schematische Zeichnung Nr. 1) .



Nr. 1



Nr. 2

Diese Scheiben wurden anschließend auf einer Schleifscheibe zu Dünnschliffen verarbeitet und daraufhin mit 95%igem Alkohol entwässert. Die folgende Einbettung in Gelatinekapseln wurde mit einem Gemisch von n-Butyl- und Methyl-Methacrylat (Verhältnis 5 : 1) durchgeführt, um bei den anschließenden Arbeitsgängen das Schneiden der Präparate zu erleichtern. Nach dem Polymerisieren wurden die Gelatinekapseln in Wasser abgelöst und die Präparate in einen Objekthalter eingespannt.

Um die Schnitte mit dem "Ultrotom" herstellen zu können, mußten die Präparate mit Hilfe einer Rasierklinge in Form einer Pyramide zugespitzt werden, deren Spitze bei der 1. Anspitzung mit der Wand des Wurzelkanals identisch war (s. schematische Zeichnung Nr. 2) .

Sodann wurde unter dem Lichtmikroskop die Entfernung Präparatrand - Pyramidenspitze abgemessen, um später genau feststellen zu können, wie weit, vom Wurzelkanal in Richtung Peripherie fortschreitend, Mikroorganismen in den Dentinkanälchen zu finden sind.

Die Dünnschnitte wurden dann mit einem LKB-Ultratom Typ 4800 A mit Diamantmesser in einer Schnittdicke von ca. 600 - 700 Å hergestellt. Die nach dem Schneiden in 25%igem Alkohol schwimmenden Schnitte wurden auf Kupfernetzen, den endgültigen Objektträgern, aufgefangen, die mit einem Trägerfilm aus Formvar überzogen waren. Daraufhin wurden die Präparate in einem SIEMENS ELMISKOP I A bei 80 kV Strahlenspannung untersucht.

Nach jeder Schnittserie wurde das Präparat neu angespitzt und die Entfernung Präparatrand-Pyramiden spitze abgemessen. Auf diese Weise konnte genau verfolgt werden, in welchem Abstand vom Wurzelkanal die Schnitte lagen und bis zu welcher Anspitzung noch Mikroorganismen in den Dentinkanälchen vorhanden waren. Aus den Abmessungen war dann genau die Eindringtiefe festzustellen.

Die Präparate wurden so weit angespitzt, bis keine Mikroorganismen mehr in den Dentinkanälchen zu finden waren. Als Kontrolle wurde noch eine weitere Schnittserie angefertigt, um eventuell versprengte, weiter peripher gelegene einzelne Mikroorganismen erfassen zu können.

IV. Ergebnisse

Durch die Anwendung des Elektronenmikroskops bei der experimentellen Untersuchung gangränöser Zähne ließ sich ein klares Bild der bakteriellen Invasion des Dentins vom Wurzelkanal aus gewinnen. So zeigt z. B. die Abb. 1 einen mit Mikroorganismen gefüllten Dentinkanal, umgeben von einer schwachen peritubulären Zone und unverändertem Dentin.

Durch diese genaue Darstellung der Mikroorganismen ist die Möglichkeit gegeben, nach Herstellung von Ultradünn-Serienschnitten die bakterielle Invasion zu verfolgen und genau die Eindringtiefe ins Dentin anzugeben. Weiterhin können auf diese Weise auch verschiedene Reaktionen im Dentin und den Dentinkanälchen beobachtet werden, wie z.B. die Ausbildung peritubulärer Zonen, Kristallbildungen, Sekundär-Dentin und Obliteration der Dentinkanälchen, die mit lichtoptischen Methoden nicht erfaßbar sind.

In der folgenden Übersichtstabelle sind die Ergebnisse aus den Untersuchungen zusammengefaßt :

Eindringt. d. Bakt.		Entmineral-		peritubu-		Sekundär-		Kristall-	
i. Dent. Kan. i. Dentin		isierung		läre Zone		Dentin		bildung	
1	kronennah	644 μ	---	---	644 μ	---	---	1150 μ	
5; 17 J.	Mitte	253 μ	---	---	253 μ	---	---	460 μ	
	apexnah	100 μ	---	---	---	---	299 μ	25 μ	
2	ganze Länge	---	---	---	207 μ	---	---	---	
6; 28 J.	d. Wurzel								
3	ganze Länge	---	---	---	---	---	---	---	
6; 28 J.	d. Wurzel								
4	kronennah	414 μ	230 μ	345 μ	ab Kan. Wand	---	---	450 μ	
6; 26 J.	Mitte	---	---	---	ab Kan. Wand	---	---	300 μ	
	apexnah	---	---	---	90 μ	---	---	90 μ	
5	kronennah	805 μ	805 μ	850 μ	690 μ	---	---	100 μ	
6; 26 J.	Mitte	---	---	---	46 μ	---	---	160 μ	
	apexnah	---	---	---	100 μ	---	---	---	
6	kronennah	70 μ	---	---	---	---	---	69 μ	
6; 17 J.	Mitte	---	---	---	ab Kan. Wand	---	---	ab Kan. Wand	
	apexnah	---	---	---	---	---	---	---	

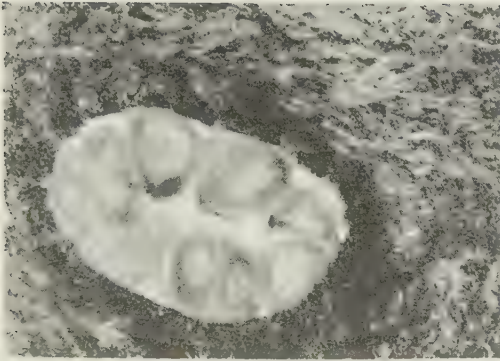


Abb. 1: Ein mit Mikroorganismen gefüllter Dentinkanal, umgeben von einer schwachen peritubulären Zone und unverändertem Dentin.

Vergr. 28000 x Tiefe 345 μ Fall 4
/6, Pat. 26 J.

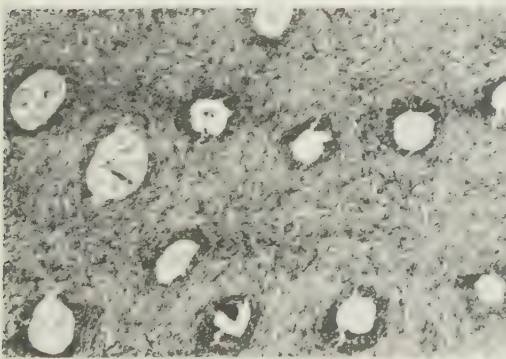


Abb. 2: Ein Übersichtsbild zeigt, daß nicht immer alle Dentinkanälchen gleichmäßig mit Mikroorganismen besetzt sind.

Vergr. 6000 x Tiefe 345 μ Fall 4
/6 , Pat. 26 J.

Die elektronenmikroskopischen Untersuchungen von 10 gangränösen Zähnen ergaben, daß kein einheitliches Bild zu finden war und für die Eindringtiefe der Mikroorganismen kein gemeinsames Maß angegeben werden konnte. Diese war sowohl von Zahn zu Zahn, als auch innerhalb eines Zahnes verschieden. Weiter war festzustellen, daß nicht immer alle Dentinkanälchen gleichmäßig befallen waren, wie z.B. aus einer Übersichtsvergrößerung (Abb.2) zu ersehen ist.

In prozentualen Angaben ausgedrückt, ergab sich, daß nur 10 % der untersuchten Zähne eine Bakterieninvasion ins Dentin vom Wurzelkanal aus über die ganze Länge der Wurzel aufwiesen. In 50 % der Fälle war diese auf den kronennahen Wurzelanteil beschränkt und in 40 % konnte kein Bakterienbefall der Dentinkanälchen nachgewiesen werden. Diese Angaben können aber keineswegs als allgemeingültiges absolutes Maß gelten. Vielmehr läßt sich aus den Untersuchungsergebnissen eine Abhängigkeit der bakteriellen Invasion in die Dentinkanälchen erstens von den vor dem gangränösen Zerfall der Pulpa ausgegangenen Reaktionen im Wurzeldentin erkennen und zweitens scheint die Eindringtiefe der Mikroorganismen auch davon abhängig zu sein, ob diese in der Lage sind, neben einer proteolytischen noch eine entmineralisierende Wirkung zu entfalten, um die durch die Pulpareaktionen entstandenen Hindernisse überwinden zu können.

Daraus ließen sich 3 verschiedene Erscheinungsbilder abgrenzen:

1. Bakterien nur in den Dentinkanälchen -- Dentinreaktion ohne Besonderheiten.

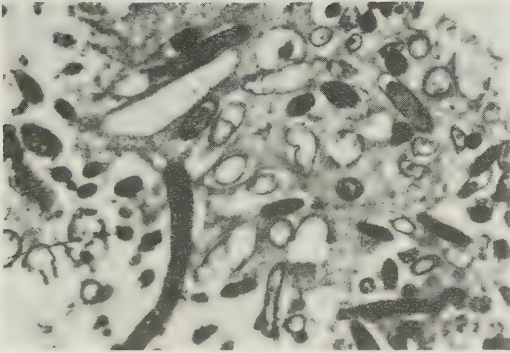


Abb. 3: Zerfallene Pulpa durchsetzt mit verschiedenen kugel- und stäbchenförmigen Mikroorganismen.
Vergr. 9000 x Fall 1
5/ , Pat. 17 J.

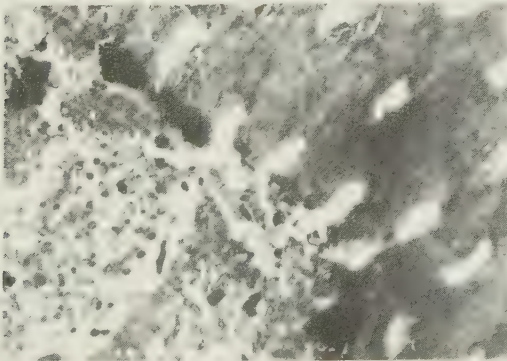


Abb. 4: Das Übersichtsbild zeigt die Wurzelkanalwand und die mit Mikroorganismen durchsetzte Pulpa.
Vergr. 3000 x Fall 1
5/ , Pat. 17 J.

2. Bakterien in den Dentinkanälchen und in der Grundsubstanz -- Dentin zeigt mehr oder weniger starke Entmineralisierung.
3. Keine Bakterieninvasion -- Starke Abwehrreaktionen innerhalb der Dentinkanälchen mit beginnenden Obliterationen bis zum Verschluß der Dentinkanälchen und Sekundärdentin-Bildung.

Ein typisches Beispiel für das erste Erscheinungsbild stellt der Fall 1 dar. Es handelt sich um einen 5/ mit offener Gangrän einer 17-jährigen Patientin. Die Anamnese ergab lediglich, daß die Zahnkrone seit etwa einem halben Jahr total zerstört, der Zahn aber völlig reaktionslos war.

Die elektronenmikroskopische Untersuchung dieses Zahnes zeigte, daß die nekrotische Pulpa bis zum Apex mit verschiedenen, kugel- und stäbchenförmigen Mikroorganismen durchsetzt war (Abb.3). An der Kanalwand fanden sich neben nekrotischen Pulpenresten in großer Zahl Mikroorganismen (Abb. 4). Eine Bakterieninvasion vom Wurzelkanal aus in die Dentinkanälchen konnte über die ganze Länge der Wurzel gefunden werden, deren Tiefe im kronennahen Bereich bei ca. 640 μ lag, in mittlerer Wurzelhöhe zwischen 250 μ und 700 μ schwankte und im apexnahen Abschnitt ca. 100 μ betrug. Dabei war festzustellen, daß die Mikroorganismen nur auf die Dentinkanälchen beschränkt waren und nicht in der Grundsubstanz lagen. Die vor dem gangränösen Zerfall der Pulpa aufgetretenen Reaktionen im Dentin beschränkten sich lediglich auf die Bildung schmaler peritubulärer Zonen (Abb. 2); infolgedessen war keine bemerkenswerte Einengung der Dentinkanälchen eingetreten. Weder an der Kanalwand noch in der umgebenden Grundsubstanz konnten Zeichen einer Entmineralisierung be-

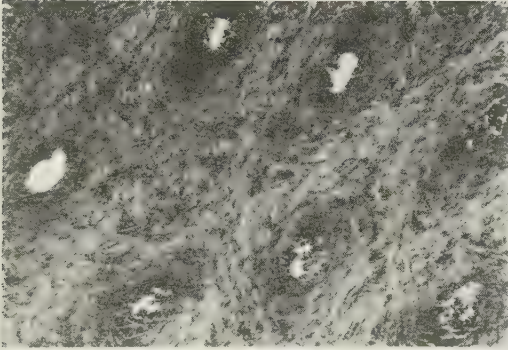


Abb. 5: Plättchen- und würfelförmige Kristalle, die zu verschiedenen starken Einengungen des Lumens der Dentinkanälchen führten.

Vergr. 5400 x Tiefe 506 μ Fall 1
5/ , Pat. 17 J.

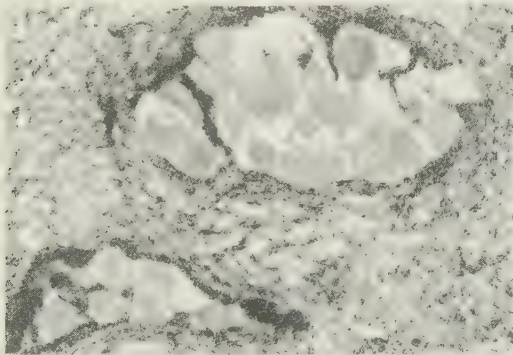


Abb. 6: Mikroorganismen sowohl im Dentinkanal als auch in der entmineralisierten Grundsubstanz im kronennahen Wurzelanteil.

Vergr. 24000 x Wurzelkanalnähe, Fall 4
6 , Pat. 26 J.

obachtet werden. Den Abschluß der bakteriellen Invasion bildeten in allen Bereichen mehr oder weniger stark ausgeprägte würfel- und plättchenförmige Kristallisationen, die das Lumen ziemlich stark einengten und damit verschiedentlich zum völligen Verschuß der Dentinkanälchen führten (Abb.5). Sie scheinen somit ein Hindernis für eine weitere Bakterieninvasion zu bilden. Ähnliche Erscheinungsbilder, jedoch nur im kronennahen Wurzelanteil, konnten auch in den Fällen 6 und 8 gefunden werden.

Das zweite Erscheinungsbild betraf 5 Fälle (4, 5, 6, 7, 8), von denen der Fall 4 als Beispiel genannt sei.

Es handelt sich hierbei um einen /6 mit offener Gangrän eines 26-jährigen Patienten. Aus der Anamnese war zu erheben, daß die Krone seit etwa 1 Jahr zerstört war. In dieser Zeit trat zweimal palatinal von /6 eine Schwellung auf, die aber nach Wärmebehandlung wieder zurückging.

Die elektronenmikroskopische Untersuchung dieses Zahnes ergab, daß trotz des gangränösen Zerfalls der Pulpa der Bakterienbefall in den Dentinkanälchen sich nicht über die ganze Länge der Wurzel erstreckte, sondern auf den kronennahen Bereich beschränkt war. In den unteren drei Vierteln der Wurzel konnten keine Mikroorganismen gefunden werden. Im kronennahen Bereich dagegen fanden sich die Mikroorganismen sowohl in den Dentinkanälchen als auch in der Grundsubstanz (Abb. 6). Damit ging eine teils partielle, teils starke generelle Entmineralisierung einher, die aber mit der Verringerung der Zahl der Mikroorganismen zur Peripherie hin abnahm und normale Dentinstruktur gewann. Die Entmineralisierung des Dentins läßt sich im elektronenmikroskopischen Bild klar dadurch erkennen, daß die Zahl der Dentin-Kristalle gegenüber der

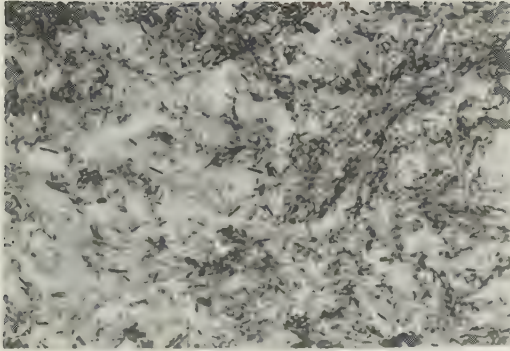


Abb. 7: Entmineralisiertes Dentin.

Vergr. 60000 x Wurzelkanalnähe, Fall 4
6 , Pat. 26 J.

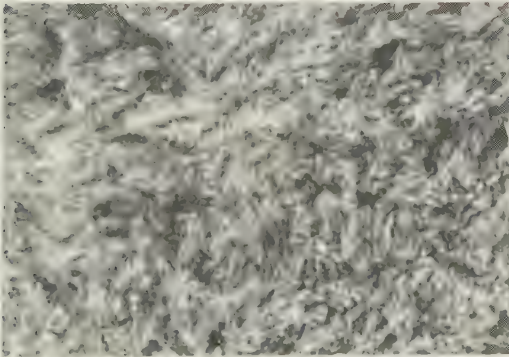


Abb. 8: Unverändertes Dentin.

Vergr. 30000 x Tiefe 690 μ Fall 1
5 / , Pat. 17 J.

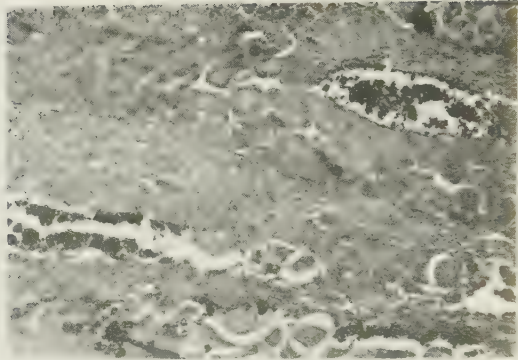


Abb. 9: Dentinkanälchen mit Kristallen verschloßen.
Mikroorganismen breiten sich in der ent-
mineralisierten Grundsubstanz aus.
Vergr. 9000 x Tiefe 115 μ Fall 7
6/ , Pat. 18 J.

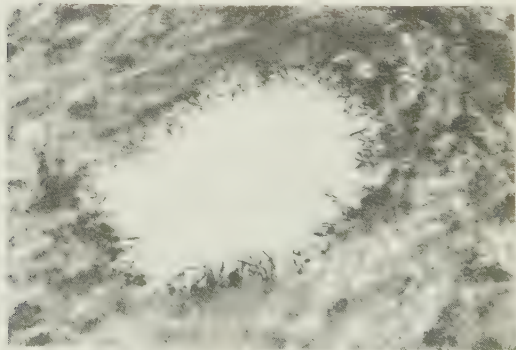


Abb. 10: Nadelförmige Kristalle im Dentinkanal.
Vergr. 30000 x Tiefe 204 μ Fall 8
6/ , Pat. 18 J.

normalen Dentinstruktur stark verringert ist (Abb. 7 und 8). Hierbei dürfte es sich um eine am Boden des offenen Pulpenkavums entstandene Dentinkaries neben einer Gangrän handeln, zumal der Zahn etwa 1 Jahr unbehandelt war.

In den anderen zu dieser Gruppe zählenden Fällen waren ähnliche Erscheinungen festzustellen, wobei die Eindringtiefe der Mikroorganismen bei den einzelnen Präparaten zwischen 70 μ und 800 μ schwankte. Interessant ist dabei, daß in einem Fall (7) trotz Verschlusses der Dentinkanälchen mit hauptsächlich würfelförmigen Kristallen die Mikroorganismen, unabhängig von dem Verlauf der Dentinkanälchen, in der entmineralisierten Grundsubstanz vordrangen. Aus Abb. 9 kann ersehen werden, daß die so verschlossenen Kanäle inmitten von Bakterienkonglomeraten liegen, und die Kristalle auf Grund ihrer in der Gesamtheit großen Oberfläche nur schwer einer Auflösung unterliegen.

Die Kristallisationen im Lumen der Dentinkanälchen zeigten teils nadelförmiges Wachstum (Abb. 10), teils aber auch würfel- und plättchenförmige Struktur (Abb. 11). Dabei waren eigenartigerweise in einem Fall (8) verschiedene Kristallbildungen an ein und demselben Kanal festzustellen (Abb. 12). Dadurch entstand eine mehr oder weniger starke Einengung des Kanallumens.

Das dritte Erscheinungsbild, d.h. keine Bakterieninvasion und verschiedene Dentinreaktionen, war in 4 weiteren Fällen zu beobachten (2,3,9,10). So handelte es sich z. B. im Fall 10 um einen 7/ mit offener Gangrän einer 24-jährigen Patientin. Die Krone des Zahnes war etwa 4 Wochen vor der Extraktion abgebrochen und die Patientin verspürte seit Tagen einen dauernden Druckschmerz.

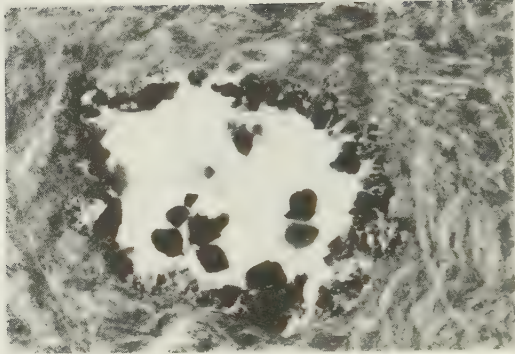


Abb. 11: Würfel- und plättchenförmige Kristalle im Dentinkanal.

Vergr. 22500 x Tiefe 92 μ Fall 7
6/ , Pat. 18 J.

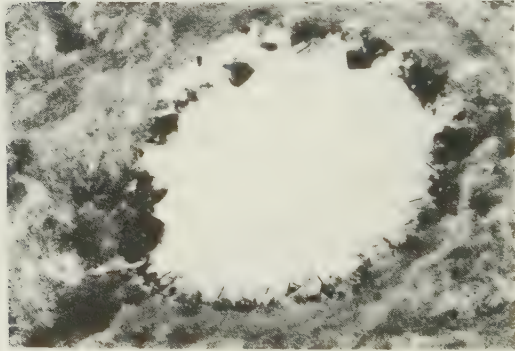


Abb. 12: Teils nadelförmige, teils würfel- und plättchenförmige Kristalle in einem Dentinkanal.

Vergr. 30000 x Tiefe 204 μ Fall 8
6/ , Pat. 18 J.

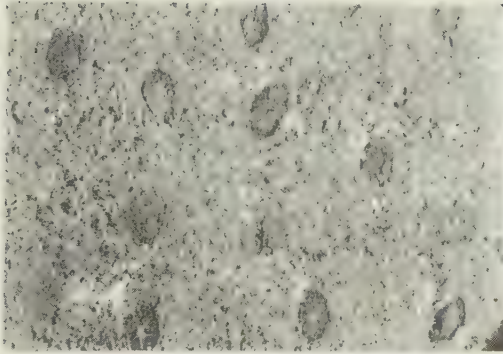


Abb. 13: Starke Obliterationen der Dentinkanälchen bis zum völligen Verschuß.

Vergr. 4200 x Tiefe 138 μ Fall 10
7/ , Pat. 24 J.

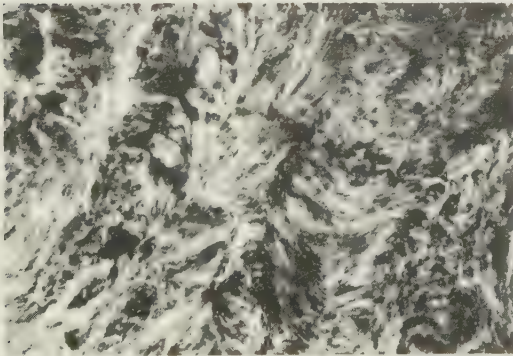


Abb. 14: Nichtkanalisiertes Sekundärdentin.

Vergr. 7500 x Tiefe 115 μ Fall 10
7/ , Pat. 24 J.

Bei der elektronenmikroskopischen Untersuchung des Zahnes stellte sich heraus, daß über die ganze Länge der Wurzel die Dentinkanälchen stark obliteriert und verschiedentlich völlig verschlossen waren (Abb.13). Dies war teils durch peritubuläre Zonen, teils durch Bildung von nichtkanalisiertem Sekundärdentin geschehen (Abb. 14). Damit war den Mikroorganismen, die in diesen Fällen keine entmineralisierende Wirkung zeigten, der Weg in die Dentinkanälchen verlegt.

V. Diskussion

Die in der Literatur zuweilen sehr heftig geführten Diskussionen über die Quantität des bakteriellen Befalls einer gangränös zerfallenen Pulpa und damit die Eindringtiefe der Mikroorganismen in die Dentinkanälchen sind, in Bezug auf ihre Beweisführung, teilweise mit mehr oder weniger Vorsicht zu bewerten. Entspringen doch solche Beiträge oftmals nur klinischen Beobachtungen und Vermutungen über eventuelle Mißerfolge auf dem Gebiet der Wurzelbehandlung und Wurzelspitzenresektion. Davon werden dann Rückschlüsse auf die bakteriellen Verhältnisse im Wurzelkanal und die Möglichkeit bzw. Unmöglichkeit ihrer Beseitigung gezogen, die aber meist einer exakten experimentell-wissenschaftlichen Grundlage entbehren.

Von diskutabler Bedeutung sind daher nur die auf experimentellen Untersuchungen basierenden Arbeiten, deren Ergebnisse aber oft beträchtlich voneinander abweichen. So stellt z.B. SELTER (25) in seiner Dissertation fest, daß das Dentin bis zur Zementgrenze infiziert sei. Allerdings läßt seine Methode gewisse Fehlerquellen zu. Er dringt dabei mit einem Rosenbohrer vom infizierten Wurzelkanal aus in Etappen in die Peripherie vor und legt jedesmal von dem Bohrstaub Kulturen an. Die Gefahr der Verschleppung von Keimen durch den Bohrer in das möglicherweise keimfreie Gebiet ist sehr groß und damit leicht eine Verfälschung des Untersuchungsergebnisses möglich.

Dagegen ist die Arbeit von BETHMANN (2) positiver zu bewerten, denn er schleift die zu untersuchenden Zähne nach vorheriger äußerer Sterilisierung in konzentrischen Schichten von der Peripherie zum Wurzelkanal hin ab und legt aus dem Bohrstaub Kulturen an.

Diese Methode, bei der er vom keimfreien in das vermutlich infizierte Gebiet vordringt, schließt die Gefahr einer Keimverschleppung relativ gut aus. Er findet auf diese Weise, daß bei 65% der Zähne das Dentin sich als steril bis zum Wurzelkanal erweist, während in 35% der Fälle auch weiter peripher gelegene Schliffe infiziert waren. Allerdings glaubt BETHMANN (2) nicht an eine Infektion der Dentinkanälchen und meint, daß in den Fällen mit positiver Reaktion die Erreger aus angeschliffenen Seitenkanälen in das Untersuchungsmaterial gelangt seien.

Bei der für die vorliegenden elektronenmikroskopischen Untersuchungen angewandten Technik ist eine spätere Bakterieninvasion und Keimverschleppung in andere Dentinbereiche als Fehlerquelle ausgeschlossen, da die Zähne sofort nach der Extraktion und Durchtrennung in Methacrylat eingebettet und damit die Mikroorganismen an Ort und Stelle fixiert wurden. Auch wurde beim Anspitzen keine irgendwie vorher bearbeitete Fläche betroffen, sondern die Untersuchung begann an einer noch völlig unberührten Stelle des Wurzelkanals. Außerdem ließ sich aus dem elektronenmikroskopischen Bild genau erkennen, ob ein Seitenkanal betroffen worden war oder nicht.

Ein weiterer Vorteil dieser Methode bestand darin, daß die Eindringtiefe der Mikroorganismen an Hand der Abmessungen der einzelnen Anspitzungen genau festgestellt werden konnte. Durch das große Auflösungsvermögen des Elektronenmikroskops (ca. 10 μ) und die geringe Schnittdicke war es möglich, die Mikroorganismen einzeln sichtbar zu machen, was bei lichtmikroskopischen Untersuchungen selbst mit Ölimmersion kaum möglich sein dürfte. Dies trifft ebenso für die Veränderungen in der Grundsub-

stanz und in den Dentinkanälchen zu, wie z. B. die Ausbildung peritubulärer Zonen, Kristallisationen, Sekundär-Dentin-Bildung und Obliteration der Dentinkanälchen.

Diese "Reaktionsprodukte" der Pulpa, die in den vorliegenden Untersuchungen recht häufig gefunden wurden, können bei lichtmikroskopischen histologischen Untersuchungen, die vorwiegend an entkalkten Schliffen durchgeführt werden, leicht Anlaß zu Fehlinterpretationen geben. Bei der hier angewandten Methode aber, bei der nichtentkalkte Schliffe untersucht wurden, können diese "Reaktionsprodukte" klar von den Mikroorganismen unterschieden werden.

Die elektronenmikroskopischen Untersuchungen ergaben, daß kein einheitliches Bild zu finden war und kein gemeinsames Maß für die Eindringtiefe der Mikroorganismen in die Dentinkanälchen angegeben werden konnte. Vielmehr wurde festgestellt, daß die Eindringtiefe einerseits abhängig war von den vor dem gangränösen Zerfall der Pulpa erfolgten Reaktionen im Dentin und den Dentinkanälchen und zum Anderen von der entmineralisierenden Wirkung der Mikroorganismen.

Daraus liessen sich 3 verschiedene Erscheinungsbilder zusammenfassen:

1. Bakterien nur in den Dentinkanälchen ---
Dentinreaktion ohne Besonderheiten.
2. Bakterien in den Dentinkanälchen und in der
Grundsubstanz --- Dentin zeigt mehr oder
weniger starke Entmineralisierung.
3. Keine Bakterieninvasion --- starke Abwehr-
reaktion innerhalb der Dentinkanälchen mit
beginnenden Obliterationen bis zum Verschuß
der Dentinkanälchen und Sekundärdentin-
Bildung.

Im ersten Erscheinungsbild - der Fall 1 wurde oben als typisches Beispiel beschrieben - bei dem die Mikroorganismen nur auf die Dentinkanälchen beschränkt waren, konnte keine Entmineralisierung der Grundsubstanz festgestellt werden. Es dürfte sich hier um eine Gangrän handeln, bei der die Pulpa einer schnellen Degeneration erlegen war, sodaß nur geringe Abwehrreaktionen in der Peripherie zu erkennen waren, die sich auf Kristallbildungen innerhalb der Dentinkanälchen beschränkten und damit den Abschluß der Bakterieninvasion bildeten. In den anderen Fällen mit nur geringer Dentininfektion, besonders im unteren Wurzelanteil, wie es z. B. im Fall 5 und 10 für das zweite und dritte Erscheinungsbild beschrieben wurde, war die Pulpa vermutlich nur langsam zugrunde gegangen, sodaß stärkere Abwehrreaktionen bis zum Wurzelkanal entstanden waren.

Diese äußerten sich in mehr oder weniger starken Obliterationen der Dentinkanälchen durch Kristallisationen, peritubuläre Zonen und Bildungen von nichtkanalisiertem Reizdentin. Die jeweilige Reaktionslage der Pulpa dürfte hier für die Stärke der Abwehrreaktionen und damit für die Eindringtiefe der Mikroorganismen eine maßgebliche Rolle spielen. Die Meinung von BRADFORD (3), der die Bildung peritubulärer Zonen als Beginn des natürlichen Zuwachsens der Dentinkanälchen im Alter ansieht, trifft in den vorliegenden Fällen wohl nicht zu, da das Alter der Patienten zwischen 17 und 28 Jahren lag, also eine ziemlich einheitliche Altersgruppe betraf.

Daß in einem Teil der Präparate nur eine geringe bzw. gar keine Bakterieninvasion, besonders im apexnahen Wurzelbereich, zu erkennen war, läßt auf eine geringe apikale Restvitalität der Pulpa schließen, für die aber klinisch keine Anhaltspunkte gefunden werden konnten. Derartige Fälle waren von HARNDT (9) einer-

seits als Gangränä partialis oder Pulpitis chronica ulcerosa mit apikaler Restvitalität beschrieben. Andererseits aber weist HARNDT (9) darauf hin, daß auch bei totaler Gangrän im apexnahen Bereich die Einwanderung nur geringer tief war.

Beim zweiten Erscheinungsbild, wie es als Beispiel im Fall 4 beschrieben wurde, bei dem die Mikroorganismen sowohl in den Dentinkanälchen als auch in der Grundsubstanz zu finden waren, drängt sich die Vermutung auf, daß man es hier eventuell mit verschiedenen Arten von Mikroorganismen und deren Reaktionsweise zu tun hat. Obwohl die Dentinkanälchen, wie z. B. im Fall 7, mit würfelförmigen Kristallen verschlossen waren, konnten sich die Mikroorganismen auf Grund ihrer entmineralisierenden Wirkung in der Grundsubstanz weiter ausbreiten.

Es liegt nahe, in diesen Fällen neben einer Gangrän eine Dentinkaries anzunehmen, die sich am Boden des offenen Pulpenkavums gebildet hat, zumal diese Erscheinungen nur im kronennahen Wurzelanteil festzustellen waren. Der kariöse Prozeß hat sich vom Pulpenkavum zur Peripherie hin ausgebreitet, denn während die Grundsubstanz in der Nähe des Wurzelkanals stark entmineralisiert ist, zeigt sie in der Peripherie normal mineralisierte Struktur.

Die unterschiedlichen Ergebnisse histologischer Untersuchungen von HEISS (13): Dentininfection bis zur Zementgrenze- und HARNDT (9): nur geringe Bakterieninvasion in die Dentinkanälchen -- können aus den von Fall zu Fall verschiedenen Erscheinungsbildern resultieren, wie sie in dieser Arbeit gefunden wurden. Handelt es sich um einen schnellen gangränösen Zerfall der Pulpa, so treten nur geringe Abwehrreaktionen von Seiten der Pulpa auf.

Damit besteht die Möglichkeit, daß sich die Mikroorganismen in den Dentinkanälchen peripheriewärts ausbreiten, ohne im umgebenden Dentin eine Entmineralisierung hervorzurufen.

Besteht dagegen, wie besonders im kronennahen Wurzelbereich zu beobachten war, neben der Gangrän ein kariöser Prozeß, so ist damit zu rechnen, daß sich je nach Dauer des Prozesses, die Mikroorganismen sowohl in den Dentinkanälchen als auch in der Grundsubstanz bis zur Peripherie ausbreiten können. Bereits von HARNDT (9) wurde darauf hingewiesen, daß besonders im kronennahen Bereich neben der Gangrän eine Karies zu finden sein kann.

Eine geringe Bakterieninvasion, besonders im apexnahen Wurzelanteil, erfolgt dagegen nur, wenn eine apikale Restvitalität vorhanden ist, und von Seiten der Pulpa starke Abwehrreaktionen, wie z. B. Bildung peritubulärer Zonen und Kristallisationen bis zum völligen Verschuß der Kanäle und nichtkanalisiertes Reizdentin, aufgetreten sind.

Zieht man alle diese Möglichkeiten in Betracht, dann lassen sich viele Widersprüche in der Literatur erklären. Für die praktische Zahnheilkunde ist daher nicht von einem generellen Maß für die Eindringtiefe auszugehen, sondern für jeden einzelnen Fall sind auf Grund der Anamnese und der exakten klinischen Untersuchung die erforderlichen therapeutischen Maßnahmen abzustimmen.

VI. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden 10 Zähne mit Hilfe des Elektronenmikroskops untersucht, um die Eindringtiefe der Mikroorganismen vom Wurzelkanal aus in die Dentinkanälchen der Zahnwurzel bei gangränös zerfallener Pulpa festzustellen. Mit dieser Methode war es möglich, die Mikroorganismen genau darzustellen und die Eindringtiefe in die Dentinkanälchen zu bestimmen. Aus den Untersuchungen konnte kein einheitliches Bild gefunden und kein gemeinsames Maß angegeben werden. Vielmehr ist die bakterielle Invasion abhängig von den vor dem gangränösen Zerfall der Pulpa ausgegangenen Reaktionen im Wurzeldentin und zweitens davon, ob die Mikroorganismen in der Lage sind, neben einer proteolytischen noch eine entmineralisierende Wirkung zu entfalten, um die durch die Pulpareaktion entstandenen Hindernisse überwinden zu können.

Aus diesen Ergebnissen konnten 3 verschiedene Erscheinungsbilder abgegrenzt werden :

1. Schneller gangränöser Zerfall der Pulpa --
Dentinreaktion ohne Besonderheiten --
Bakterien waren auf die Dentinkanälchen beschränkt.
Größte Eindringtiefe ca. 800 μ
2. Langsame Degeneration der Pulpa --
starke Abwehrreaktionen innerhalb der Dentinkanälchen mit beginnenden Obliterationen bis zum Verschuß der Dentinkanälchen und Bildung von nichtkanalisiertem Reizdentin --
keine Bakterieninvasion.
3. Kariöser Prozeß neben der Gangrän --
Dentin zeigt mehr oder weniger starke Entmineralisierung -- Bakterien in den Dentinkanälchen und in der Grundsubstanz.

VII. Literaturverzeichnis

- (1) ADLOFF Wurzelspitzenresektion, periapikale
 Ostitis und dentogene Infektion.
 Dtsch.zahnärztl.Wschr. 11, 141-142 (1942)

- (2) BETHMANN, W. Bakteriologische Untersuchungen der
 Eindringtiefe von Bakterien in die
 Dentinkanälchen vom Wurzelkanal aus
 bei Gangrän der Zahnpulpa.
 Dtsch. Stomat 5, 117-126 (1951)

- (3) BRADFORD, E.W. The Maturation of the Dentine.
 Brit.Dent.J. 105, 212-216 (1958)

- (4) BRADFORD, E.W. The Dentine a Barrier to Caries.
 Brit.Dent.J. 109, 387-398 (1960)

- (5) FISCHER, C.-H. Kritik zur Aufbereitung und Abfüllung
 des Wurzelkanals.
 Dtsch.Zahn- Mund- Kieferhk. 29,
 32-40 (1958)

- (6) GROSSMANN, L. Die Wurzelbehandlung am pulpentoten
 Zahn.
 Dtsch.zahnärztl.Zschr. 16, 509-512
 (1961)

- (7) HAHN, W.
 KNOTHE, H.
 LANGE, D. Untersuchungen über die Auswirkung
 der Wurzelkanalaufbereitung bei der
 Wurzelspitzenresektion.
 Dtsch.zahnärztl.Zschr. 20,
 964-972 (1965)

- (8) HARNDT, E. Die Indikation zur Behandlung von
 Zähnen mit gangränös zerfallener
 Pulpa.
 Dtsch.zahnärztl.Wschr. 19,
 421-423 (1936)

- (9) HARNDT, E. Histologische und bakteriologische Grundlagen für die Behandlung gangränöser Wurzelkanäle.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 3/4,
81-104 (1948)
- (10) HARNDT, E. Zur Topographie der Wurzelkanäle mittlerer oberer Schneidezähne.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 18,
525-530 (1963)
- (11) HARNDT, E. Die Erhaltung von Zähnen mit gangränös zerfallener Pulpa und die Lehre von den odontogenen Herderkrankungen.
Zahnärztl. Mitt. 56, 66-68 (1966)
- (12) HAUENSTEIN Wurzelspitzenresektion
Barth-Verlag, Leipzig, (1951)
- (13) HEISS, J. Wurzelspitzenresektion, periapikale Ostitis und dentogene Infektion.
Dtsch.zahnärztl.Wschr. 51,
709-715 (1941)
- (14) HEISS, J. Befunde an wurzelresezierten Zähnen.
Dtsch.zahnärztl.Wschr. 16,
241-246 (1942)
- (15) KELLENBERGER, E. Electr. micr. study of DNA-
RYTER, A. containing plasms.
SECHAUD, J. J. biophys.biochem. C. tel 4, 671
(1958)
- (16) KRANZ, P.P. Diagnostische und therapeutische Probleme der Herdinfection.
Dtsch. zahnärztl. Wschr. 17,
227-231 (1942)

- (17) KRANZ, P.P. Fokalinfection und Amputation der
Wurzelspitze.
Zahnärztl.Rdsch., Berlin, 31 ,
1002-1007 (1942)
- (18) MATHIS, H. Einiges zur Frage der Wurzelspitzenresektion.
Dtsch.zahnärztl.Wschr. 18/19,
203-207 (1943)
- (19) MELKOVA, V. Das elektronenmikroskopische Bild
SMUTNA, V. der Wand des infizierten Wurzelkanals.
ODEHNAL, F. Dtsch.zahnärztl.Zschr. 20,
1283-1291 (1965)
- (20) MÜNCH, J. Ärztliche und zahnärztliche Gedanken-
gänge zum Problem der dentalen Herd-
infektion.
Dtsch.zahnärztl.Wschr. 42,
561-564 (1942)
- (21) OSCHINSKY Vergleichende Untersuchungen über
die Weite der Dentinkanälchen im per-
manenten menschlichen Gebiss.
Diss. Frkft.a.M. (1921)
- (22) REBEL, H.-H. Klinische Zahnheilkunde
Carl Hanser Verlag, München (1954)
- (23) SCHACH, H. Untersuchungen in Vitro über Ursachen
der Keimverminderung.
Dtsch. Zahn- Mund- Kieferhk. 34,
97-120 (1960)
- (24) SCHULZ, A. Über den "Chemismus der Pulpengrän-
" und eine Sterilitätsprüfung gangränö-
ser Zähne vor der Wurzelfüllung.
Zahnärztl. Welt, Konstanz 17, 424-426
(1948)

- (25) SELTER, H.G. Ein Beitrag zur Reinfektion der Wurzelkanäle.
Med.Diss. 1923, Königsberg, Ref. Adloff
- (26) WANDELT, S. Die Behandlung des gangränösen Wurzelkanals in einer Sitzung.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 17, 953-962 (1962)
- (27) WANNENMACHER, E. Die Problematik der Wurzelbehandlung in der Perspektive der dentogenen Herdinfection.
Zahnärztl.Welt, Konstanz, 15, 405-411 (1949)
- (28) WANNENMACHER, E. Lehrbuch der klinischen Zahnheilkunde
Band II, Leipzig 1950
- (29) WASSMUND, M. Mißerfolge der Wurzelspitzenresektion ?
Zahnärztl.Rdsch. 24, 756-769 (1942)
- (30) WASSMUND, M. Wurzelspitzenresektion und fokale Infektion
Zahnärztl.Rdsch. 35, 1102-1107 (1942)

Herrn Professor Dr.med. Dr.med.dent. Ewald Harndt
möchte ich an dieser Stelle für die freundliche
Überlassung des Themas meinen Dank aussprechen.

Herrn Dr. H. Lenz danke ich herzlich für die An-
regungen und die freundliche Unterstützung bei
der Ausarbeitung des Themas.

Herrn Privat-Dozent Dr. S. Wandelt danke ich für
sein freundliches Entgegenkommen.

Lebenslauf

Am 12. August 1942 wurde ich, Volker Neumann, als Sohn des Zahnarztes Heinrich Neumann und seiner Ehefrau Sophie, geb. Baumann, in Karlsruhe geboren. Von 1948 bis 1952 besuchte ich dort die Südendschule und wechselte dann ins Goethe-Gymnasium über, an dem ich am 6. März 1961 das Abitur ablegte.

Im Sommer-Semester 1961 begann ich in Freiburg i. Br. das Zahnmedizinstudium und bestand dort im April 1964 die zahnärztliche Vorprüfung. Die klinischen Semester absolvierte ich ab Sommer-Semester 1964 an der Freien Universität Berlin, an der ich im Februar 1967 die zahnärztliche Prüfung ablegte.

